บทความพิเศษ

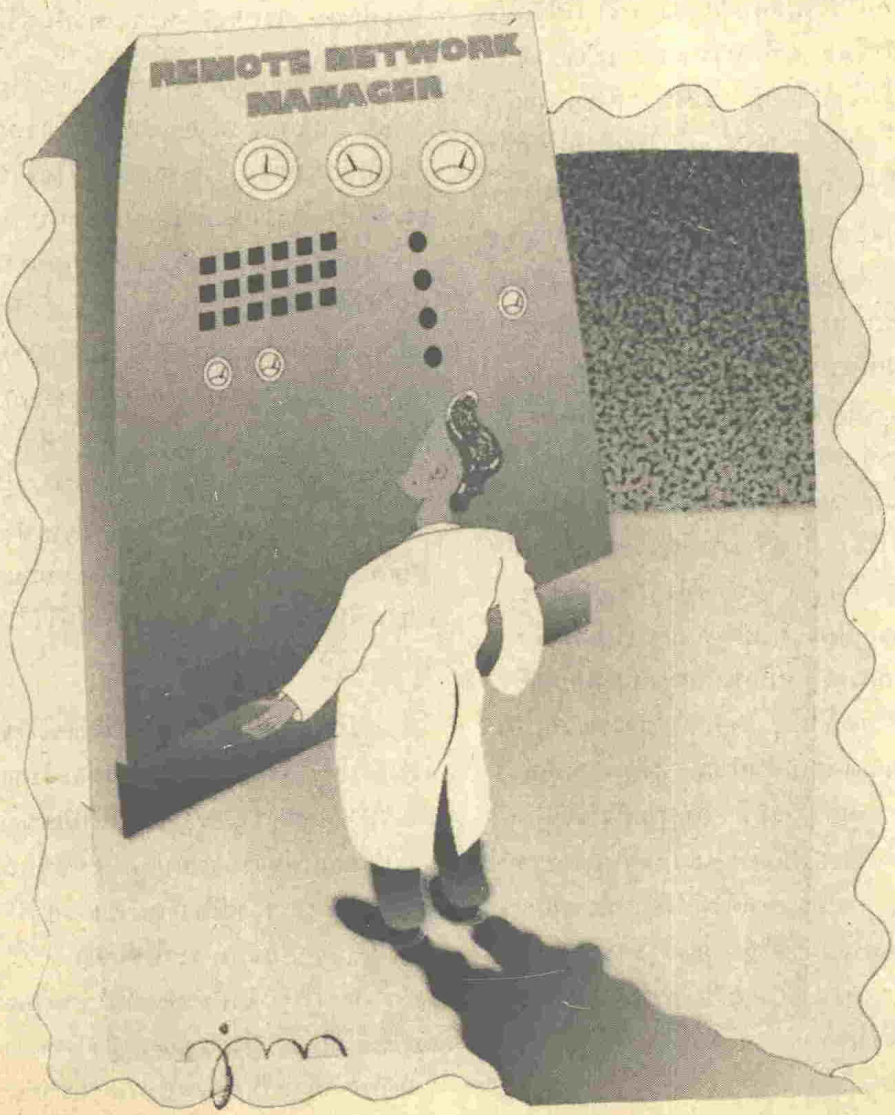
Distributed Database

ยืน ภู่วรวรรณ

# ฐานข้อมูลกระจาย

## การประยุกต์ระบบงานในยุคต่อไป

***สร้างฐานข้อมูลแบบกระจาย เพื่อการประยุกต์ระบบงาน ให้มีฐานข้อมูลของตนเอง ในแต่ละหน่วยงาน***




หลังจากปี ค.ศ. 1981 เป็นต้นมา ไมโครคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง ในยุคต้นการใช้งานเน้นลักษณะการใช้งานแบบส่วนตัว เป็นการใช้งานในรูปแบบเฉพาะ เช่น เป็นงานเวิร์ดโปรเซสเซอร์ งานด้านการคำนวณตารางสเปรดชีต งานด้านข้อมูลขนาดเล็กและประยุกต์เฉพาะระบบงานที่เป็นแบบผู้ใช้คนเดียว

ครั้นหลังจากปี ค.ศ. 1986 ยูนิกซ์เวอร์กสเตชันหรือสถานีงานวิศวกรรมเริ่มแพร่หลาย และใช้งานในรูปแบบการคำนวณตลอดจนงานทางด้าน CAD/CAM มากขึ้น งานประยุกต์ในกลุ่มเวอร์กสเตชันยังมีราคาแพง เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์ในขณะนั้นยังแพงกว่าไมโครคอมพิวเตอร์มาก

พัฒนาการด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ค่อย ๆ พัฒนาให้ก้าวหน้าเป็นลำดับ จนหลังปี 1987 ระบบแลนได้เข้ามามีบทบาทสูง การทำงานแบบไคล์เอ็นต์เซอร์ฟเวอร์ได้แพร่กระจายเข้ามา มีรูปแบบการจัดระบบเครือข่ายได้ดีขึ้น ลักษณะงานหลายอย่างเหมาะที่จะทำงานแบบกระจาย โมเดลของไคล์เอ็นต์-เซอร์ฟเวอร์จึงได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้าและประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง

บทความพิเศษ

**Distributed Database**

# ฐานข้อมูลกระจาย การประยุกต์ระบบงานในยุคต่อไป

ขณะเดียวกันพัฒนาการของซีพียูและระบบคอมพิวเตอร์ก้าวหน้าไปมาก ซีพียูระดับ 40486 ทำงานที่ความเร็ว 66 เมกะเฮิรตซ์มีสมรรถนะที่น่าพอใจ สามารถทำงานระดับที่มีการคำนวณซับซ้อนได้ดี ประจวบกับสถานีงานวิศวกรรมที่ใช้ยูนิกซ์ได้พัฒนาซีพียู RISC ที่มีราคาถูกลง การจัดการระบบงานยูนิกซ์ก็เข้าสู่เครือข่ายแลน ระบบงานไคล์เอ็นต์เซอร์ฟเวอร์จึงได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้า จนในปัจจุบันไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ซีพียู 80486 เพนเทียม กับสถานีงานวิศวกรรมจำพวก RISC มีประสิทธิภาพเชิงคำนวณไม่แตกต่างกันมากนัก ราคาลดลงมาจนใกล้เคียงกัน อีกทั้งการประยุกต์ระบบงานบนเครือข่ายก็ได้พัฒนามาจนใช้งานได้เป็นอย่างดี

## สถาปัตยกรรมบนเครือข่ายมีสองกลุ่มใหญ่

ฐานการพัฒนาบนพีซีเริ่มจากเอ็มเอสดอสของไมโครซอฟต์และพัฒนาเพิ่มกราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟสเป็นวินโดวส์ ระบบงานบนเอ็มเอสดอสและวินโดวส์มีผู้ใช้งานและคุ้นเคยกันมาก เอ็มเอสดอสและวินโดวส์จึงฝังรากลึกในระดับผู้ใช้จนเรียกได้ว่า ผู้ใช้พีซีทุกคนจะเกี่ยวข้องและใช้งานบนฐานระบบปฏิบัติการนี้

ซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่พัฒนาบนฐานของเอ็มเอสดอสและวินโดวส์มีเป็นหมื่น ๆ โปรแกรมให้เลือกใช้ ซอฟต์แวร์หาได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง การประยุกต์ใช้งานจึงกว้างขวางมาก

### กลุ่ม IPX

เมื่อมีการเชื่อมต่อในระบบแลน บริษัทโนเวลเป็นบริษัทที่ประสบผลสำเร็จมาก ได้กำหนดโปรโตคอลการเชื่อมโยงในลักษณะที่เรียกว่า IPX เป็นโปรโตคอลที่แพร่หลายและใช้งานในเครือข่าย โดยมีการประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง IPX เป็นโปรโตคอลที่ถือได้ว่าในระบบแลนที่ใช้พีซีในกลุ่มเอ็มเอสดอสเป็นระบบที่มีผู้ใช้มากที่สุด ข้อเด่นของเน็ตแวร์หรือระบบจัดการเครือข่ายของโปรแกรมที่เด่นชัดคือ สร้างขึ้นเพื่อรองรับผู้ใช้งานระบบเอ็มเอสดอสและวินโดวส์ไว้ทั้งหมด ดังนั้นผู้ใช้งานบนเอ็มดอสดอสจึงสามารถใช้งานต่อได้ทันที ระบบฐานข้อมูลหลายระบบจึงหันมาใช้ระบบเครือข่ายได้โดยง่าย ระบบปฏิบัติการบนเครือข่ายเสริมสร้างให้กลายเป็นระบบมัลติยูสเซอร์ และใช้งานในลักษณะเหมือนกับระบบมินิคอมพิวเตอร์เดิมได้ โดยการใช้งานยังอยู่บนสิ่งแวดล้อมเอ็มเอสดอสที่คุ้นเคยอยู่

อย่างไรก็ดี ในยุคหลังได้มีคู่แข่งของ IPX ของโนเวลอยู่หลายระบบ เช่น ไมโครซอฟต์ได้พัฒนาระบบแลนแมนเนเจอร์ที่ใช้บนเครือข่ายและขยายออกมาในรูปของวินโดวส์เอ็นที เพื่อรองรับการทำงานบนแลนที่ใช้วินโดวส์อย่างเต็มที่

### กลุ่ม TCP/IP

ส่วนค่ายปฏิบัติการยูนิกซ์ได้ข้อเด่นจากการพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลมานาน มีโปรโตคอลที่เชื่อมโยงแลนและ WAN ที่ประยุกต์อย่างได้ผล และพิสูจน์มาแล้วจนเกือบจะเป็นระบบสถาปัตยกรรมที่ยอมรับกันทั่วโลก เพราะถือเป็นระบบที่มีการประยุกต์ต่อไม่ว่าจะเป็นเรื่องระบบไคล์เอ็นต์เซอร์ฟเวอร์ ระบบการเชื่อมโยงข้อมูล ตลอดจนฐานข้อมูลกระจายที่อาศัยเครือข่าย TCP/IP เป็นฐาน TCP/IP มีหลักการและเป้าหมายที่จะเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และสามารถใช้งานฐานข้อมูลในรูปแบบ DBMS หลายเผ่าพันธุ์ได้

เมื่อการพัฒนาระบบยูนิกซ์มาในลักษณะระบบเชื่อมโยงเป็นเซอร์ฟเวอร์และเครือข่ายมากขึ้น ฐานของผู้ใช้งานยูนิกซ์ก็กว้างขวางตาม ประจวบกับเครื่องสถานีงานที่เรียกว่าเวอร์กสเตชันที่ใช้ซีพียู RISC มีราคาถูกลง มีบริษัทผู้ผลิตจำนวนมาก เช่น IBM RISC6000, SUN SPARC, HP-PA7100, DEC, และ Silicon Graphic ฯลฯ ทำให้แนวโน้มของเครือข่ายบน TCP/IP ขยายวงกว้างขวางมากยิ่งขึ้น จนเห็นได้ชัดว่ามีฐานของผู้ใช้ที่แพร่หลายและแทรกซึมอย่างเงียบ ๆ เข้าสู่หมู่ผู้ใช้ในระดับต่าง ๆ เช่นกัน

สถาปัตยกรรมบนเครือข่ายที่ใช้งานกันอยู่ในขณะนี้จึงมีสองค่ายใหญ่ คือ IPX และ TCP/IP เมื่อเป็นเช่นนี้ การประยุกต์ใช้งานระบบข้อมูลก็อยู่บนพื้นฐานของการดำเนินงานผ่านเครือข่ายตามโปรโตคอลลักษณะนี้เช่นกัน

อย่างไรก็ดีสิ่งที่จะพบเห็นในอนาคตอันใกล้นี้ก็คือ ทั้งสองสถาปัตยกรรมนี้จะมีบริดจ์ หรือสะพานข้ามเข้าหากัน

เพื่อให้ระบบการใช้งานข้อมูลข่าวสารเป็นไปได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

## ฐานข้อมูลกระจายเริ่มจากหลักการไคล์เอ็นต์เซอร์ฟเวอร์

เมื่อซีพียูมีราคาถูกลง ระบบคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็ก เครือข่ายได้รับการพัฒนาให้มีขีดความสามารถสูงขึ้น หนทางการทำงานแบบแยกกันทำงานก็ได้รับการพัฒนาเพื่อให้คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องมีโครงสร้างการทำงานที่แยกตามฟังก์ชันเฉพาะที่เหมาะสมของตนเอง

โมเดลในรูปที่ 1 เป็นตัวอย่างของการใช้ฐานข้อมูลในลักษณะผ่านเครือข่ายเป็นแบบไคล์เอ็นต์เซอร์ฟเวอร์ ในที่นี้เวอร์กสเตชันต้องการใช้ข้อมูลก็จะเป็นตัวไคล์เอ็นต์ขอใช้ฐานข้อมูลโดยส่งคำสั่งอาจเป็น SQL เพื่อส่งมาให้ดาต้าเบสเซอร์ฟเวอร์ ดาต้าเบสเซอร์ฟเวอร์รับคำสั่ง SQL ก็มาปฏิบัติการให้บริการเรียกค้นข้อมูลเป็นตัวเซอร์ฟเวอร์ส่งข้อมูลให้ไคล์เอ็นต์

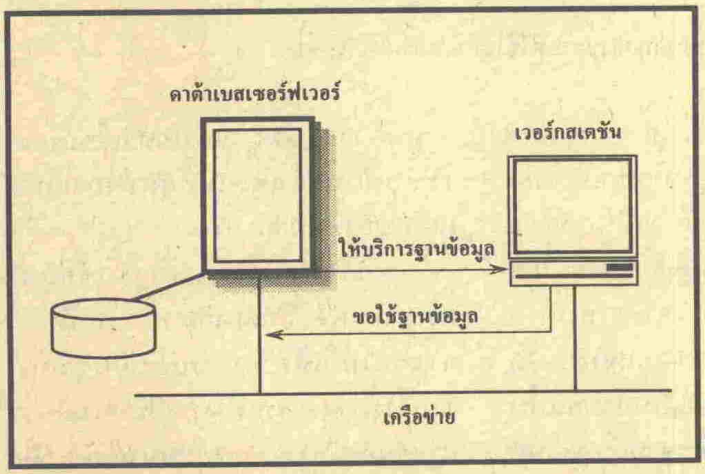
ทำนองเดียวกัน เวอร์กสเตชันมีซีพียูในการจัดสกรีนแบบกราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟสดี เช่น เป็น x-terminal แสดงวินโดวส์ได้สวยงาม เราจะเรียกว่าเวอร์กสเตชันเป็นเอ็กซ์เซอร์ฟเวอร์ให้บริการการแสดงผลบนจอ โดยส่วนดาต้าเบสเซอร์ฟเวอร์จะเป็นเอ็กซ์ไคล์เอ็นต์เพื่อเรียกข้อใช้บริการแสดงผลจากเอ็กซ์เซอร์ฟเวอร์ ดังนั้นคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งเซอร์ฟเวอร์และไคล์เอ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นกับฟังก์ชันการทำงานของแต่ละฟังก์ชัน

## การพัฒนาฐานข้อมูลแบบกระจายขึ้นอยู่กับการสื่อสารบนเครือข่าย

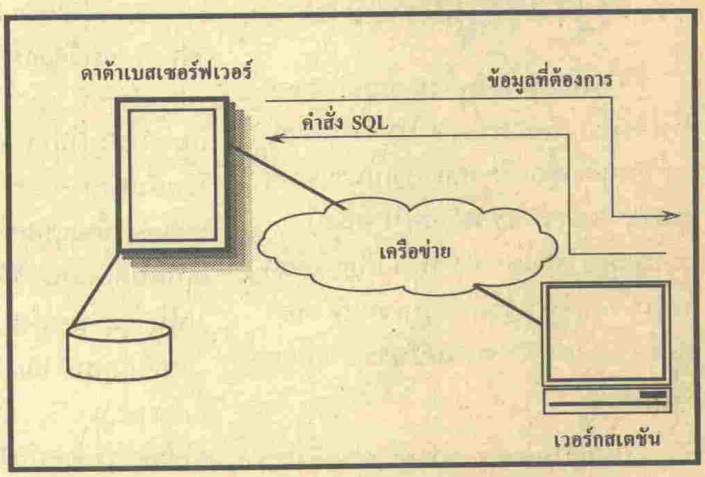
เมื่อเทคโนโลยีทางด้านเครือข่ายและระบบสื่อสารพัฒนาไปไกล เช่น ระบบ IPX และ TCP/IP เพื่อเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ บนเครือข่ายได้ดีแล้ว ระบบจัดการฐานข้อมูลก็มีการพัฒนาจนมีระบบมาตรฐานการเรียกข้อมูลระหว่างกัน เช่น ระบบ SQL หรือระบบคำสั่งการเรียกใช้ฐานข้อมูลได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้าและใช้งานได้ดีขึ้น ระบบคำสั่ง SQL มีลักษณะที่สำคัญ เพื่อลดปริมาณข้อมูลในเครือข่าย เพื่อประโยชน์ในงานด้านออนไลน์ งานประมวลผลข้อมูลรายการย่อย (Transaction Processing) ซึ่งระบบคำสั่ง SQL ดังรูปที่ 2

## สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลแบบกระจาย

หลังจากที่เครือข่ายคอมพิวเตอร์ขยายตัวมีการใช้ TCP/IP, IPX เป็นโปรโตคอลการเชื่อมโยงระหว่างเครือข่าย ทำให้การสร้างฐานข้อมูลย่อย ๆ บนเครือข่ายทำได้ง่าย เพราะแต่ละตำแหน่งอาจสร้างฐานข้อมูลเฉพาะของตนเองแล้วเชื่อมโยงเข้าสู่เครือข่าย อย่างไรก็ตาม เมื่อมีฐานข้อมูลหลาย ๆ ฐาน สถาปัตยกรรมการเชื่อมโยงข้อมูลแบบกระจายก็ต้องมีรูปแบบที่ให้การทำงานร่วมกันได้ จึงมีวิธีการจัดเก็บบรรณานุกรมหรือดัชนีข้อมูลต่าง ๆ ไว้ เพื่อว่าการเรียกค้น

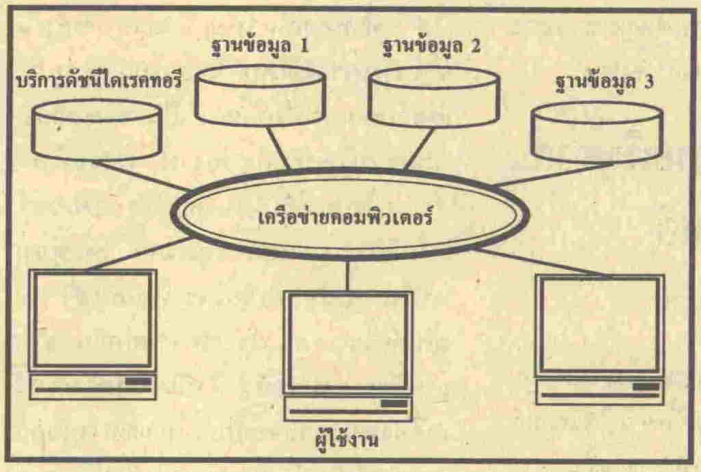



รูปที่ 1 โมเดลการทำงานแบบไคล์เอ็นต์เซอร์ฟเวอร์




รูปที่ 2 ระบบฐานข้อมูลบนเครือข่ายมีวัตถุประสงค์ที่จะลดปริมาณข้อมูลที่ไหลบนเครือข่ายให้เหลือเท่าที่จำเป็น

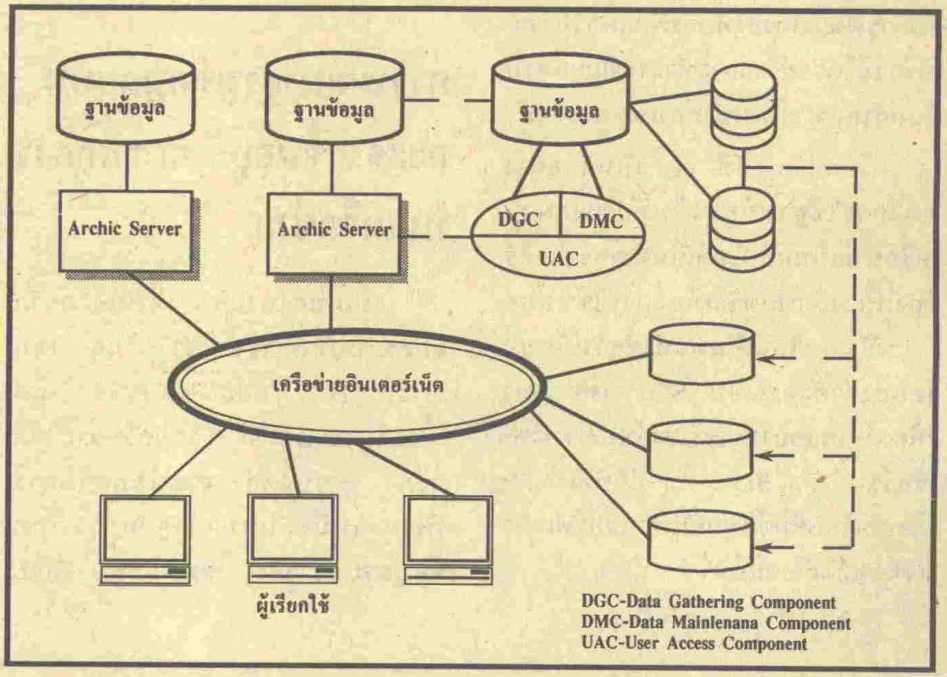
ข้อมูลจะได้เข้าไปค้นในบรรณานุกรมหรือดัชนีก่อน จากนั้นจึงส่งคำสั่งเข้าค้นหาในฐานข้อมูลย่อยอีกครั้ง โครงสร้างของฐานข้อมูลกระจายแบบพื้นฐานที่พบเห็นเป็นดังรูปที่ 3




รูปที่ 3 การวางโครงสร้างฐานข้อมูลระบบกระจาย

## ในระบบอินเตอร์เน็ตเป็นตัวอย่างของการจัดการฐานข้อมูลกระจาย

ปัจจุบันเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นเครือข่ายที่ใหญ่ที่สุดในโลก มีเครือข่ายย่อย ๆ หลายแสนเครือข่ายเชื่อมโยงต่ออยู่ ระบบบริการข้อมูลบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตมีหลายอย่างที่เป็นลักษณะการสร้างฐานข้อมูลแบบกระจาย เช่น Gopher, Archie, WAIS, และ WWW สิ่งเหล่านี้มีการพัฒนาให้ก้าวหน้าเป็นลำดับ เช่น การค้นหาข้อมูลด้วย Archie เป็นระบบที่จะเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ที่ต่าง ๆ ทั่วโลก โดยสถาปัตยกรรมการเชื่อมโยงแสดงดังรูปที่ 4




รูปที่ 4 สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลกระจายที่ใช้ในอินเตอร์เน็ต Archie

## บัญญัติ 10 ประการเกี่ยวกับการใช้ฐานข้อมูลกระจาย

ในการสร้างฐานข้อมูลแบบกระจายเป็นหนทางที่จะสร้างระบบงานที่แยกจากกันและเชื่อมโยงต่อ ซึ่งเป็นระบบที่เหมาะสมกับการประยุกต์ในสถาปัตยกรรมแบบไรต์ไซส์ซิ่ง กล่าวคือ ให้แต่ละหน่วยงานมีฐานข้อมูลของตนเองและเชื่อมโยงเข้าหากันเป็นระบบเดียวกันในที่สุด

สมมติในองค์กรหนึ่งมีแผนกต่างๆ อยู่มาก เช่น แผนกผลิต ฝ่ายขาย ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายควบคุมวัตถุดิบ ฝ่ายบัญชี และฝ่ายโฆษณา ฯลฯ ทุก ๆ ฝ่ายอาจเริ่มต้นจากการสร้างฐานข้อมูลของตนเองและเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย มีการแลกเปลี่ยนและใช้ข้อมูลร่วมกัน จนในที่สุดระบบ MIS ขององค์กรสามารถเรียกข้อมูลหรือสรุปผลข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสมบูรณ์ การดำเนินการที่ดีนั้นจำเป็นต้องมีระบบจัดการฐานข้อมูลแบบกระจายที่ดี (DDBMS-Distributed DataBase Management System) ระบบ DDBMS จะเป็นตัวเชื่อมโยงระบบเข้าหากันจนในที่สุดทั้งองค์กรเสมือนมีระบบเดียวกัน

การออกแบบระบบฐานข้อมูลกระจายที่ดีจำเป็นต้องยึดหลัก 10 ประการต่อไปนี้เพื่อว่าระบบจะเป็นระบบที่สมบูรณ์ สามารถทำงานเป็นหนึ่งเดียวสำหรับองค์กร ขยายระบบได้ง่าย มีความเป็นอิสระและไม่ขึ้นกับเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงต่อไปในอนาคต

Distributed Database

# ฐานข้อมูลกระจาย การประยุกต์ระบบงานในยุคต่อไป

## ประการที่ 1 ฐานข้อมูลแต่ละระบบมีความอิสระ

ระบบการจัดการฐานข้อมูล (DBMS) แต่ละระบบจะต้องมีความอิสระ ระบบเหล่านี้อาจจะเป็นระบบที่ต่างเผ่าพันธ์กันหรือต่างยี่ห้อกันก็ได้ ความเป็นอิสระนี้จะต้องให้แต่ละฐานข้อมูลมีระบบจัดการของตนเองไม่เกี่ยวข้องกัน โดย DBMS แต่ละสถานที่จะต้องดูแลข้อมูล จัดระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล จัดการเรื่องระบบล็อกกิ้ง การดูแลอัพเดต ปรับปรุงข้อมูล ดูแลความสัมพันธ์ สร้างรายงาน การกู้ข้อมูล การดำเนินในส่วนข้อมูลหลักที่เป็นระบบโลคอลจะใช้ DBMS ตัวโลคอลเป็นหลัก แต่สามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลโดยมีโปรโตคอลที่เชื่อมโยงกันเพื่อประมวลผลรายงานย่อยร่วมกันได้

ความเป็นอิสระของแต่ละฐานข้อมูลทำให้แต่ละหน่วยงานดูแลและจัดการข้อมูลของตนเอง ทำให้การใช้งานและการเกี่ยวข้องกับข้อมูลไม่มีปัญหา เพราะระบบข้อมูลมีความสัมพันธ์กับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานอยู่แล้ว

## ประการที่ 2 ในการดำเนินงานปกติใช้ฐานข้อมูลย่อย

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีความสัมพันธ์ต่อการสร้างระบบ ดังนั้นระบบฐานข้อมูลกระจายต้องมีโครงสร้างที่ลดปัญหาช่องสื่อสาร การดำเนินงานในภาวะปกติจึงต้องใช้กับฐานข้อมูลย่อยนั้น ๆ ได้โดยไม่ต้องเกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลกลาง ฐานข้อมูลย่อยแต่ละแห่งจึงต้องประมวลผลและสนับสนุนการดำเนินงานเฉพาะแต่ละฐานได้ แต่หากจะต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลระบบจะต้องมีกลไกในการอัพเดตข้อมูลร่วมกันเพื่อให้ฐานข้อมูลได้รับการปรับปรุงอย่างถูกต้อง

นอกจากนี้ระบบฐานข้อมูลกระจายยังสามารถสร้างระบบสำเนาข้อมูลร่วมกันเพื่อสร้างความเชื่อถือของระบบให้สูงขึ้น มีระบบ online recovery เมื่อฐานข้อมูลตัวใดตัวหนึ่งมีปัญหา ข้อมูลที่สำรองหรือสำเนาที่อยู่ที่ฐานข้อมูลอื่นจะนำมาใช้ในการกู้ฐานข้อมูลได้

## ประการที่ 3 ผู้ใช้งานมองไม่เห็นตำแหน่งฐานข้อมูล

ความหมายในลักษณะนี้คือ location transparency กล่าวคือ ผู้ใช้จะมองฐานข้อมูลกระจายที่เชื่อมโยงกันทั้งหมดเป็นระบบเดียวกัน การดำเนินการต่าง ๆ จะเป็นไปอย่างอัตโนมัติ ตำแหน่งทางฟิสิคัลของฐานข้อมูลกระจายเป็นตำแหน่งที่ไม่ปรากฏให้ผู้ใช้หรือโปรแกรมเห็น ผู้ใช้หรือโปรแกรมจะเรียกหรืออ้างถึงข้อมูลได้โดยตรง การจัดการข้อมูลทั้งระบบจะกระทำได้ทั้งการปรับปรุง การเรียกค้น หรือการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างกัน ฐานข้อมูลแบบกระจายในลักษณะนี้จึงเป็นลักษณะแบบอุดมคติ ที่จะสร้างระบบให้เหมือนการใช้เมนเฟรมคอมพิวเตอร์หรือฐานข้อมูลแบบรวมศูนย์

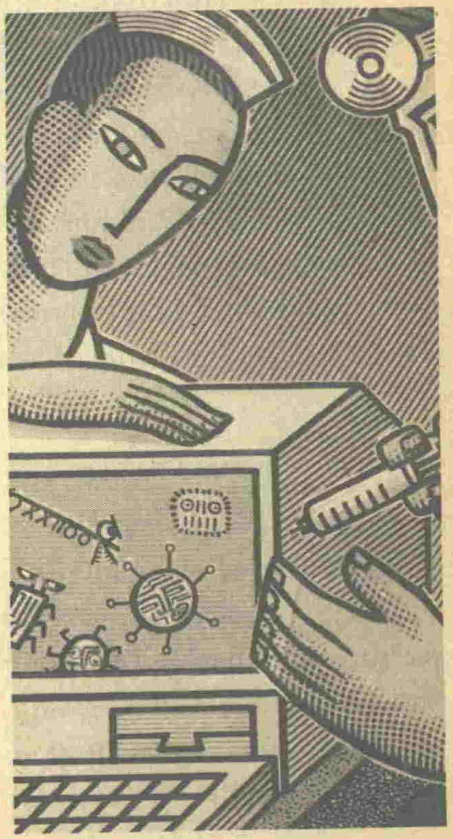
## ประการที่ 4 การเชื่อมโยงตารางข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลได้

เพื่อเข้าใจง่ายขึ้นลองพิจารณาระบบฐานข้อมูลแบบรีเลชันแนลที่ประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นตารางหลาย ๆ ตาราง แต่ละตารางมีการเชื่อมโยงถึงกัน การเกี่ยวกันของข้อมูลเหล่านี้สร้างขึ้นโดยมีการกำหนดเป็นพจนานุกรมข้อมูลเพื่อกำหนดการเกี่ยวพันต่าง ๆ

สำหรับฐานข้อมูลกระจายก็เช่นกัน มีการสร้างตารางข้อมูลกระจายอยู่ตามที่ต่าง ๆ เช่น ข้อมูลบุคลากร ข้อมูลการฝึกอบรม ข้อมูลเรื่องเงินเดือน ตารางข้อมูลในฐานข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องมีการเชื่อมโยงถึงกัน เพื่อสร้างระบบการใช้งานร่วมกันได้

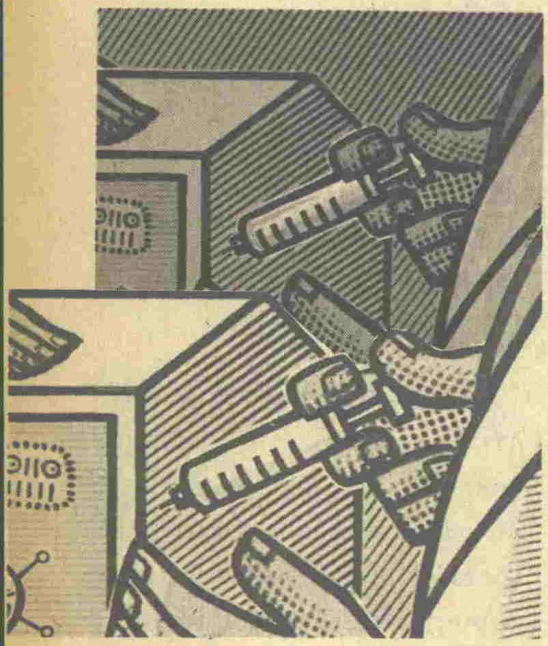
## ประการที่ 5 การประมวลการเรียกค้นแบบกระจาย

การเรียกค้นข้อมูลจะต้องได้รับการประมวลผลเพื่อเข้าหาฐานข้อมูลที่ถูกต้องได้ ระบบฐานข้อมูลแบบกระจายต้องสนับสนุนการเรียกค้นข้อมูลแบบกระจาย โดยมีกรรมวิธีเพื่อให้การเรียกเข้าสู่เครือข่ายไปยังฐานข้อมูลที่ต้องการอย่างรวดเร็ว สามารถหาเส้นทางและลดปริมาณการวิ่งบนเครือข่ายลง การประมวลผลบนเครือข่ายจะทำให้ประสิทธิภาพของระบบโดยรวมสูงขึ้น



**Distributed Database**

# ฐานข้อมูลกระจาย การประยุกต์ระบบงานในยุคต่อไป



### ประการที่ 6 สามารถประมวลผลรายการย่อยแบบกระจาย

ในการทำงานฐานข้อมูลแบบออนไลน์บนเครือข่ายแบบกระจายมีความจำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการประมวลผลรายการย่อยเพื่อให้ตอบสนองการทำงานของระบบโดยรวมได้ ระบบที่ทำงานออนไลน์จึงเกี่ยวข้องกับการประมวลผลรายการย่อยที่เรียกว่า OLTP การประมวลผลในลักษณะนี้ใช้เวลาจริงเพื่อให้เป็นระบบที่ทดแทนระบบขนาดใหญ่ได้

### ประการที่ 7 ไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์

ระบบฐานข้อมูลกระจายในระบบที่เชื่อมโยงกันมักเป็นระบบแบบมัลติเวนเดอร์ กล่าวคือใช้ฮาร์ดแวร์จากหลากหลายยี่ห้อ ต่อเชื่อมผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีระบบสื่อสารข้อมูลเชื่อมโยงกัน เช่น มี TCP/IP ระบบเหล่านี้ไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์จัดการฐานข้อมูลก็เช่นกัน จะวางตัวอยู่กับ TCP/IP ทำให้ไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ที่ใช้

### ประการที่ 8 ไม่ขึ้นกับโปรแกรมจัดระบบงาน

การใช้งานในปัจจุบันบนเครือข่ายขององค์กรมีการใช้เครื่องหลากหลายยี่ห้อ ระบบ DDBMS จึงเป็นระบบที่ไม่ควรให้ขึ้นกับโปรแกรมจัดระบบงาน เครื่องที่ใช้อาจมีการสร้างฐานข้อมูลบนระบบที่มีโปรแกรมโอเอสต่าง ๆ กันได้

### ประการที่ 9 ไม่ขึ้นกับเครือข่าย

เครือข่ายที่ใช้มีหลากหลายรูปแบบ เช่น เป็นอีเธอร์เน็ต โทเก้นริง มีหลายโปรโตคอล ตลอดจนมีการเชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ระบบ DDBMS จึงไม่ควรขึ้นกับรูปแบบของเครือข่ายที่ใช้

### ประการที่ 10 ทำงานร่วมกันในลักษณะ interoperability

เนื่องจากข้อกำหนดที่เรากำหนดให้ DBMS แต่ละตัวมีความเป็นอิสระ ระบบ DBMS แต่ละระบบต้องทำงานร่วมกันในลักษณะ interoperability ได้ ระบบนี้มีการทำงานเป็นเนื้อเดียวร่วมกันเพื่อให้เสมือนเป็นระบบเดียวกัน

## หนทางของเครือข่ายกับระบบข้อมูลยังไปด้วยกันอย่างแจ่มใส

การแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างฐานข้อมูลในองค์กรเกิดระบบ DDBMS ทำให้ระบบการทำงานมีรูปแบบที่จะใช้คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กลงที่เรียกว่าดาวน์ไซส์ และใช้เครือข่ายเชื่อมโยงเข้าหากัน ทำให้เกิดระบบการทำงานที่เชื่อมโยงขยายระบบตามความต้องการได้ ระบบจัดการข้อมูลบนเครือข่ายจึงต้องพัฒนาตาม ระบบฐานข้อมูลกระจายมีข้อยุ่งยากกว่าแบบรวมศูนย์มาก แต่จากการพัฒนาระบบ DDBMS ที่มีประสิทธิภาพ ทำให้การพัฒนาระบบงานแบบกระจายมีแนวโน้มที่จะให้ผลจริงจังในยุคต่อไปได้ เพราะจะเป็นไปตามการเจริญเติบโตและเป็นไปตามสิ่งแวดล้อมที่เป็นจริงขององค์กร ตรงกับสภาพการปฏิบัติงานขององค์กรพอดี

แนวโน้มของระบบจัดการฐานข้อมูลแบบกระจายบนเครือข่ายจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีที่เด่นชัดในโอกาสต่อไป